

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2003 05 29

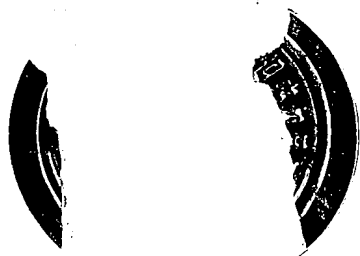
申 请 号： 03 1 23949.8

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 无零点交叉电流波纹的双向负载驱动电路

申 请 人： 凹凸电子（武汉）有限公司

发明人或设计人：王佛贤；陈海军；李明攀



中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 荣 川

2003 年 8 月 26 日

权 利 要 求 书

1. 一差分负载驱动电路，其特征在于：所述电路包括：

选择性地连接到负载以为所述负载提供电流的多个电源开关；

可操作多个电源开关驱动电路以控制所述电源开关的导通状态，

5 以及有选择地连接至少一个所述电源开关至脉宽调制信号；以及

至少一个电流源；

其中所述电流源是连接负载以在通过负载较小的电流时为所说的负载提供电流；以及所述脉宽调制信号是在较大电流的情况下连接到功率金属氧化物半导体场效应晶体管以向负载提供电流。

10

2. 如权利要求 1 所述的差分负载驱动电路，其特征在于：所述的多个电源开关形成一个 H-桥差分负载驱动电路。

3. 如权利要求 1 所述的差分负载驱动电路，其特征在于：更进一步，包括两个电流源，其中一个所述在第一小电流期间连接到所述负载，另一个所述电流源在第二小电流期间连接到所述负载。

15

4. 一个 H-桥负载驱动电路，其特征在于：所述电路包括：

形成 H-桥电路的四个电源开关有选择地连接到负载以为所述负载提供电流；

20

可操作多个电源开关驱动电路以控制所述电源开关的导通状态，并且有选择地连接至少所述多个电源开关的两个到一脉宽调制信号；以及

至少一个电流源；

其中所述 H-桥电路具有的第一个模式是在所述电流源连接到所述负载以为所述负载提供电流，以及具有的第二个模式是所述电源开关的至少两个连接到所述脉宽调制信号以为所述负载提供负载电流。

25

5. 如权利要求 4 所述的 H-桥负载驱动电路，其特征在于：所述第一个模式是小电流模式并且所述电流源提供所述负载一个线性的电流。

30

6. 如权利要求 4 所述的 H-桥负载驱动电路，其特征在于：第二个模式是大电流模式。

35

7. 一 H-桥负载驱动电路，其特征在于：所述电路包括：形成 H-桥的四个功率管有选择地连接到一负载以为所述负载提供电流；和至少一个电流源；其中所述 H-桥电路适于工作在利用所述电流源的线性模式以及其开关由脉宽调制信号控制的脉宽调制模式。

8. 如权利要求 7 所述的 H-桥负载驱动电路，其特征在于：所述电路进一步包括可操作的电源开关驱动电路以控制所述开关的导通状态以及选择地连接所述多个电源开关中的至少两个到脉宽调制信号。

9. 如权利要求 7 所述的 H-桥负载驱动电路，其特征在于：更进一步包括至少一个连接所述四个电源开关中的至少两个和所述负载的滤波电路。

10. 如权利要求 7 所述的 H-桥负载驱动电路，其特征在于：所述负载包括热电制冷器。

11. 一种驱动热电制冷器的差分驱动电路，其特征在于：所述电路包括：

多个电源开关，其选择地连接到热电制冷器负载以为所述负载提供电流；

多个电源开关驱动电路控制，其可操作以控制所述电源开关的导通状态，并且选择地连接至少一个所述的多个电源开关到脉宽调制信号；

和至少一个电流源；

其中，在所述差分驱动电路具有的第一个模式中，所述电流源连接到所述负载以为所述负载提供电流，在具有第二个模式中所述的多个电源开关中的至少两个连接到脉宽调制信号以为所述负载提供电流。

12. 如权利要求 11 所述的差分驱动电路，其特征在于：所述的多个电源开关形成 H-桥差分负载驱动电路。

13. 如权利要求 11 所述的差分驱动电路，所述第一模式包括通过负载的电流方向定义制冷模式的低电流模式。

14. 如权利要求 11 所述的差分驱动电路，其特征在于：所述第二模式包括通过负载的电流方向定义加热模式的低电流模式。

15. 如权利要求 11 所述的差分驱动电路，其特征在于：所述第一模式包括通过负载的电流方向定义制冷模式的高电流模式。

5 16. 如权利要求 11 所述的差分驱动电路，其特征在于：所述第二模式包括通过负载的电流方向定义加热模式的高电流模式。

说明书

无零点交叉电流波纹的双向负载驱动电路

技术领域

- 5 本发明关于一个差分负载驱动器电路，尤其关于电流较小时工作在线性模式下无电流波纹和电流较大或高功率效率时工作在脉宽调制（PWM）模式的差分负载驱动器电路。

背景技术

- 10 PWM(Pulse Width Modulation)技术因其具有高效率，经常用在电源电路中用来驱动大电流负载。比较而言，线性电流因其低效率，几乎不用于大负载电流。但是在线性电流源中没有切换信号，输出电流没有任何波纹。PWM 驱动负载电流不可避免地存在电流波纹，波纹的幅度取决于 PWM 的开关频率和滤波电路的衰减。

- 15 通常 4 个功率金属氧化物半导体场效应晶体管(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, 简略为 MOSFET)连接成 H-桥电路来驱动差分负载，图 1 和 2 表示常规用于驱动一负载的 H-桥电路。图中的 H-桥电路包括了 4 个开关（12，14，16 和 18）来驱动负载 19。

- 图 1 中电流流向从左到右定义为“制冷”方向。图 2 中，电流流向从右到左定义为“加热”方向。图 1、图 2 示意了在加热和制冷情况下驱动 4 个 H-桥连接的功率 MOSFET 以驱动一电阻性负载所需的信号。例如，为驱动在制冷情况下（图 1）的负载，PWM 信号施加到 P1 和 N1，而 P2、N2 的栅都接高电平分别被截止和完全导通，其工作方式类似于我们熟悉的 BUCK 转换器。PWM 信号的占空比将控制通过
25 电阻性负载的电流，由 L1、C1、L2 和 C2 组成的滤波器滤除通过负载的电流波纹。每一个电源开关都有相应的预驱动电路（未画出）以便能以合适的电平驱动开关。

- 这样的设计在负载要求流过小电流时会遇到一些问题。在小电流的情况下，PWM 信号的占空比相应的会减小。无论如何，预驱动电路
30 的驱动能力是受限于占空比的，而且功率 MOSFET 的栅极输入电容是

很大的。因此，非常小的占空比信号是不可能驱动这些功率 MOSFET 管，导致无法输出所希望的小的加热或制冷电流，同时当输出电流减小时，电流波纹相对于输出直流电流所占百分比会迅速增加。

图 3、图 4 是图 1、图 2 变化后的另一种电路，它去掉了一侧的滤波电路 L2 和 C2，这样可以节省成本和减少体积。但是这种电路在小输出电流的情况下有和图 1、图 2 一样的波纹等问题。

发明内容

一方面，这个发明包含了：一个 H-桥负载驱动电路，形成 H-桥电路的 4 个电源开关选择性地连接负载以为所述负载提供电流；至少一个电流源；其中连接电源开关或者电流源到所述负载的所述电路是负载电流的函数。

另一方面，本发明包含一个差分负载驱动电路：选择性地连接一负载以为所述负载提供电流的多个电源开关；多个电源开关驱动电路可操作以控制所述电源开关的导通状态并选择地连接所述多个电源开关的至少一个到 PWM 信号；以及至少的一个电流源。其中电流源在小输出电流的情况下给所述负载提供电流，所述 PWM 信号在大输出电流的情况下给所述负载提供电流。

另外，这个发明提供一个 H-桥负载驱动电路，其包括：组成的一个 H-桥电路的 4 组电源开关选择地连接负载以为所述负载提供驱动电流；可操作多个以控制所述电源开关状态以及选择地连接所述多个电源开关中的至少两个到 PWM 信号；以及至少一个电流源。在 H-桥电路第一模式中，所述电流源连接到所述负载以为所述负载提供电流，在第二模式中所述电源开关中的至少两个连接 PWM 信号以为所述负载提供电流。

另外，本发明包含了一个差分驱动热电制冷器（Thermal Electric Cooler，缩写为 SET）的电路，其组成为：多个电源开关选择地连接热电制冷器负载以为所述负载提供电流；可操作多个电源开关驱动电路以控制所述电源开关导通状态并选择地将所述多个电源开关中的至少一个连接到 PWM 信号；以及至少的一个电流源。在差分驱动电路的第一模式中所述电流源连接到所述负载以为所述负载提供电流，在

第二种模式下所述电源开关的至少两个连接到所述 PWM 信号以为所述负载提供电流。

本领域的技术人员应该认识到,虽然结合优选实施例和应用方法进行下面的详细说明,但是本发明并不仅仅只是限制在这些优选实施例和使用方法。相反的,本发明有较广阔的应用范围,其由前附的权利要求书限定。

附图说明

本发明的其它特征和便利参照附图,如下面的详细说明,是显而易见的,其中相同的标号表示相同的元件,并且其中:

图 1 是一个传统的 H-桥负载驱动电路,用来描述制冷情况下的工作原理;

图 2 是一个传统的 H-桥负载驱动电路,用来描述加热情况下的工作原理;

图 3 是一个另一种传统的 H-桥负载驱动电路,用来描述其制冷情况下的工作原理;

图 4 是一个另一种传统的 H-桥负载驱动电路,用来描述其加热情况下的工作原理;

图 5 是根据本发明第一实施例的在线性制冷情况下的 H-桥驱动电路工作示意图;

图 6 是根据本发明第一实施例的在 PWM 制冷情况下的 H-桥驱动电路工作示意图;

图 7 是根据本发明第一实施例的在线性加热情况下的 H-桥驱动电路的另一工作示意图;

图 8 是根据本发明第一实施例的在 PWM 加热情况下的 H-桥驱动电路另一工作示意图;

图 9 是本发明描述线性电流模式与 PWM 模式关系的示意图;

图 10 是根据本发明第二实施例的在 PWM 加热情况下的 H-桥负载驱动电路工作示意图;

图 11 是根据本发明第三实施例的在线性制冷情况下的 H-桥负载驱动电路工作示意图;

图 12 是根据本发明第三实施例的在 PWM 制冷情况下的 H-桥负载驱动电路工作示意图;

图 13 是根据本发明第三实施例的在线性加热情况下的另外一种 H-桥负载驱动电路工作示意图;

5 图 14 是根据本发明第三实施例的在 PWM 加热情况下的另外一种 H-桥负载驱动电路工作示意图;

图 15 是本发明负载驱动电路控制器的示意图。

具体实施方式

10 在下面的详细说明中, 负载 19 可以是一个热电制冷器 (Thermal Electrical Cooler, 缩写为 TEC) 器件。TEC 器件有加热和制冷功能, 取决于流经它的电流的方向。TEC 通常用作加热 / 制冷器件来控制精密温度, 特别在光通信器件中。当正向电流流过 TEC 时, TEC 将加热需要精密温度控制的器件; 当反向电流流过时, TEC 将制冷。无论如何, 本发明并没有限定用这种 TEC 负载或其它负载。

15 下面的详细描述主要集中在差分负载驱动电路功率等情况, 将不讨论相关的传统的保护电路如过热保护和过流保护电路, 但这些电路可以包含在本发明的思想与范围内。本发明是一个工作于线性模式和 PWM 模式下的差分负载驱动电路 (如 H-桥电路)。线性模式工作用来克服小电流时的电流波纹。线性模式与 PWM 模式的输出电流的切换点是可改变或由用户定义。例如, 切换点可以根据所期望的/可容忍的通过负载的电流波纹, H-桥的开关电路预驱动能力和/或其它考虑来选择两种工作模式的切换点。换句话说, 本发明的差分负载驱动电路可受控工作在线性模式与 PWM 模式, 这是它的一个功能。因此本文
20 提到的流过负载的小电流的“小”是可以有广意的解释的, 可以包括任意的电流值。而本文提到的流过负载的大电流只是相对于小电流而言 (比小电流大), 可以解释为比预先定义的通过负载的小电流大的任意电流。

另外, 下面的详细描述将着重于 H-桥差分负载驱动电路的具体实
30 现上, 而 H-桥的工作原理是大家所熟知的, 这里将不再讨论。

图 5-8 是一个根据本发明示意性实施例的差分负载驱动电路 50。

这种方法的电路中，开关电路 52、54、56 和 58（分别对应 P1、P2、N1、N2 的栅极）分别控制功率 MOSFET 管的开关状态。电流源 60 和 62 是在 H-桥的两侧为负载提供线性电流。

开关驱动电路 52，54，56 和 58 各自包含了多个开关（如图所示），选择地操作该多个开关以将功率 MOSFET 的栅极接 PWM 信号或电源 VCC 或地。开关 64 和 66 用于为电流源到负载提供通路。在这种电路中，开关驱动电路包括了三个开关，分别对应连接功率 MOSFET 管的栅极到 PWM 信号/VCC/或地。

这些开关包含在开关驱动电路 52、54、56 和 58 中，并且是示意性的。52 和 54 同一时刻只能有一个连接到 VCC。P 型 MOSFET 器件 P1 和 P2 的栅极在线性工作模式时接至 VCC，在加热和制冷情况下 N 型 MOSFET 器件（N1 和 N2）的栅极分别交替地连接到 VCC/地。

I. 第一种方法

图 5 是本发明第一方法的在线性制冷情况下的 H-桥驱动电路 50 工作示意图。在这个示意的方法中，当负载 19 需要小电流时由电流源 60 通过开关 64 供给。电流源 60 通常是一个线性电流源，可以包含有 PMOS 或 NMOS 器件，这些器件的输出电流受控于一个输入电压或电流反馈信号（没标出，但这样的负反馈控制方式是很好理解的）。这时 MOSFET 器件 P1、P2 和 N1 的栅极通过开关 52、54 和 58 接相应的固定的信号，且没有其它的开关动作，因此消除了负载电流的波纹。当然这里电流源可以驱动零负载电流。图 7 描述了工作在线性加热情况下的电路 50，电流源 62 通过开关 66 连接到负载。

然而电流源不能输出非常大的负载电流，这时功耗和效率都成了很大的问题。如果需要大的电流，该发明就切换到 PWM（方波调制）工作模式，如图 6（制冷）和图 8（加热）所示。

当从 PWM 工作模式切换到线性工作模式或者相反的模式切换时，线性电流源输出电流的大小需要和 PWM 模式在负载上合成的工作电流相匹配。这可以减小 PWM 和线性工作模式切换电流的不同，提高输出电流的连续性（当然这点不是必须的）。这个要求可帮助避免电流源或者整个反馈系统潜在的振荡。图 9 中曲线 90 描述了线性模式和 PWM 模式的工作区域。切换点 68 已被标出。如图所示，这里可能需要（但是

不是必要) PWM 模式切换点的电流故意稍微小于线性模式切换点的电流。以确保电流控制量可以覆盖所有的连接的负载电流。电流控制量可以是负载的电压或者电流反馈信号。

II. 第二种方法

5 在应用中如果只需要比较小的加热电流,图 5—图 8 可以减少电抗性 L、C 器件,如图 10 中电路 100 所示。图 10 是工作在 PWM 加热模式的 H-桥负载驱动的依照本发明的第二个方法一个实例电路。电路 100 在较小的线性加热电流下的操作与以上图 5—图 8 的描述相似,包括通过开关 108 到负载 19 的连接电流源 106。在这第二个方法中,开关驱动电路 102 和 104 同图 5—图 8 中驱动电路 52 和 56 相似。开关 P2 包
10 括开关驱动电路 110。在这种情况下电流源可以由 OTA(输出跨导放大器)偏置的外部功率 PMOS P2。依照这些原则可以为较小的制冷电流应用搭建相似的电路。

开关驱动电路 110 是 PMOS 元件 P2 的偏置电路,可包含一个运算
15 放大器 112 和电流或电压反馈信号 114,该运算放大器设置为差分放大器,其中的反馈信号与一个参考电压进行比较产生一个 P2 栅极的偏置信号来控制 P2 的导通状态,这样 P2 就是一个受控电流源。当然,在本领域的技术人员可以理解搭建多种电流源,在本发明中;它们是等效的。

20

III. 第三种方法

在本方法中图 11—14 中的一个 LC 滤波器被去掉。跟以前的结构相比,这个结构可以输出较大的加热或制冷电流。图 11 是 H-桥负载驱动电路 200 工作在线性制冷模式下的本发明的第三实施例的一个实例
25 电路。在第二方法中用到了 210 和 212 两个电流源。电流源 210 是电源,并且电流源 212 工作以耗散电流。当工作在线性制冷模式时,如图 11,210 通过开关 214 连接到负载,N2 完全导通,P2 完全截止。P1 和 N1 也完全截止。开关电路 202,204,206 和 208 把功率 MOSFET 的栅极连接到合适的电源(PWM 信号,VCC 或者地),如图 11—图 14 所示。

30 当工作在线性加热模式,如图 13 所示,电流源 212 连接到负载,P2 完全导通,N2 完全截止,P1 和 N1 也完全截止。

图 12 和图 14 分别是 PWM 加热和制冷情况下的电路 200 工作示意图。此时电流源 210 和 212 与负载 19 断开，P1 和 N1 由 PWM 信号驱动（通过开关驱动电路 202 和 204）。P2 和 N2 交替接 VCC 和地。

当然，本领域的技术人员知道这一部分实质上是一个控制器，如图 15 所示，其可用来控制描述的开关驱动电路和电流源的开关的导通状态。控制器 300 的输出可以是互补的 PWM 信号，PWM P 和 PWMN，分别用于驱动差分负载驱动电路的 PMOS 和 NMOS。该控制器 300 可输出开关控制信号 302—308 以控制开关驱动电路内（如图 5—图 8 中的 52，54，56，58）的开关操作；控制器 300 也可以产生开关控制信号 312 和 314 以控制与电流源相连的开关（如图 5—图 8 中与电流源 60 和 62 相连的开关 64 和 66）。

在这里，控制器可以采用本领域熟知的电压和/或电流反馈信号以控制在 PWM 和线性模式下的负载的电流。当然，这里描述的一些内容可以不需要控制器产生所有的信号，并且这样，控制器可以被修改去产生适当的一些信号。可以包含低电流检测器电路 310 以控制 PWM 电流模式和线性电流模式之间的切换点。这个检测器电路可以进一步包含一个用户定义的输入阈(threshold)，其设置低电流到 PWM 模式之间的阈值电流。当然，可以一输入到控制器内的预定输入以省略检测器电路 310，其中该预定输入代表该切换电源电流（可由用户定义）。这个控制器可以一个由定制和/或非定制的元件构成。

对于本领域的技术人员，这里显然可以有多种修改方案。例如，本发明采用使用功率 MOSFET 的差分负载驱动器电路，也可以采用其他本领域公知的电源开关，比如 BJT 器件和/或其他的开关装置。所有的这些修改或者添加都被认为是本发明的精神和原理范围之内，并得到本发明的专利保护。

说明书附图

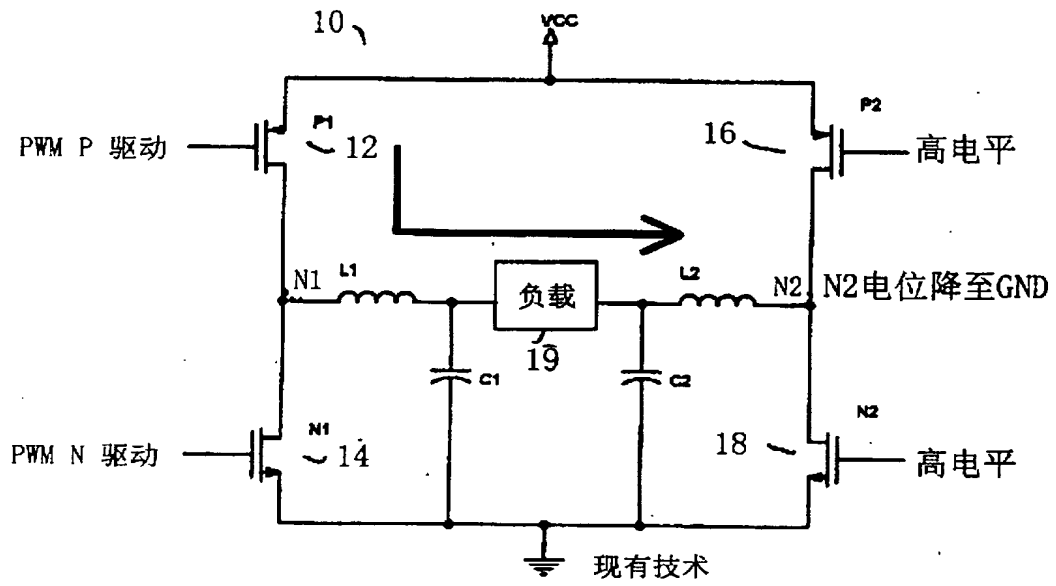


图1

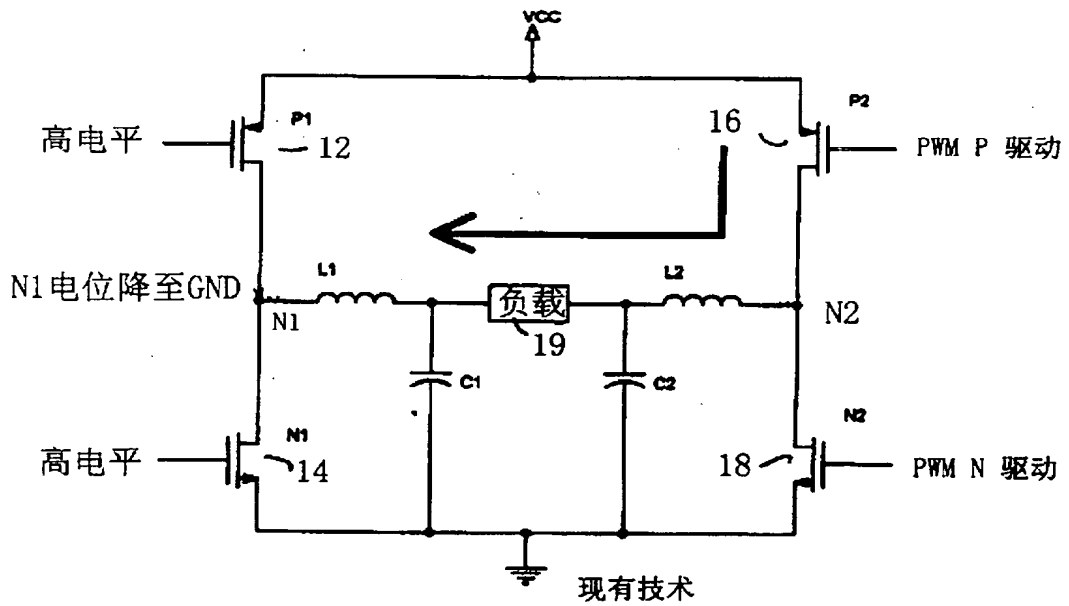


图2

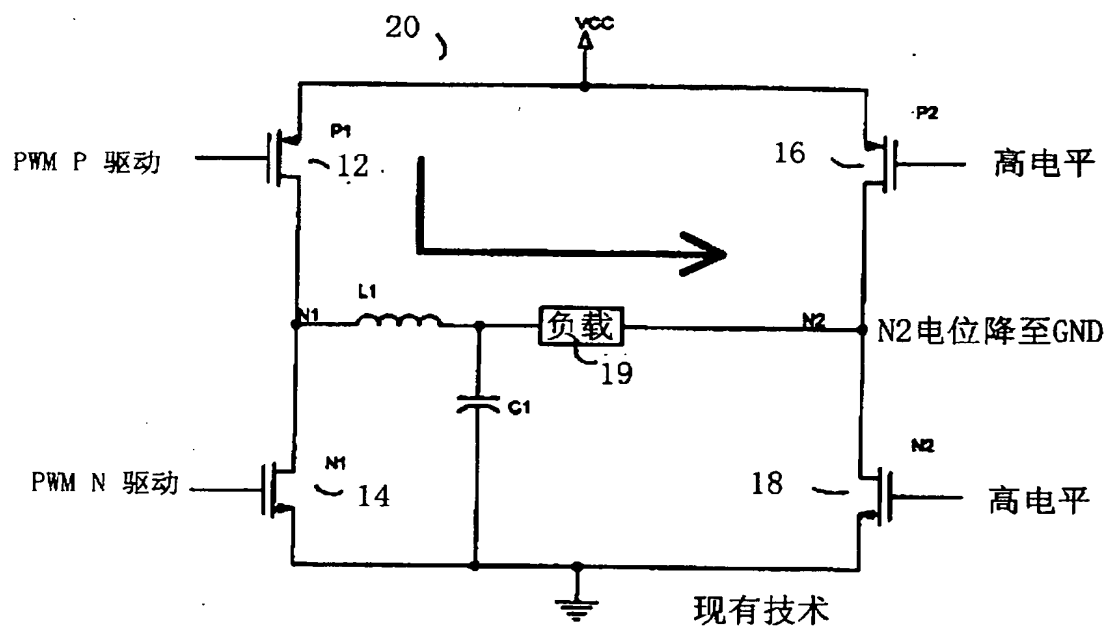


图3

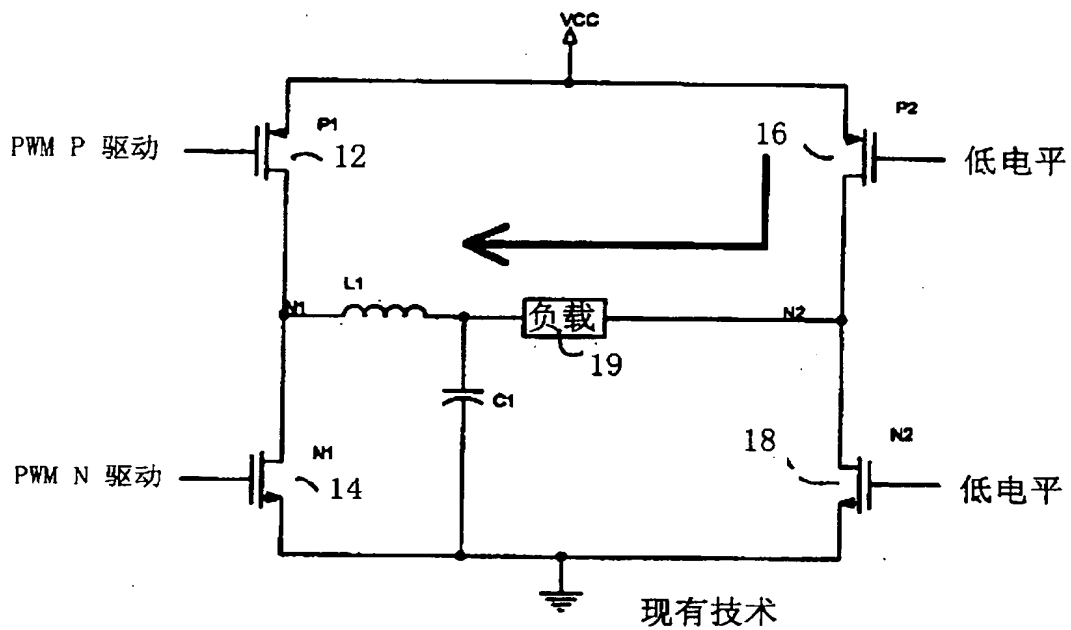


图4

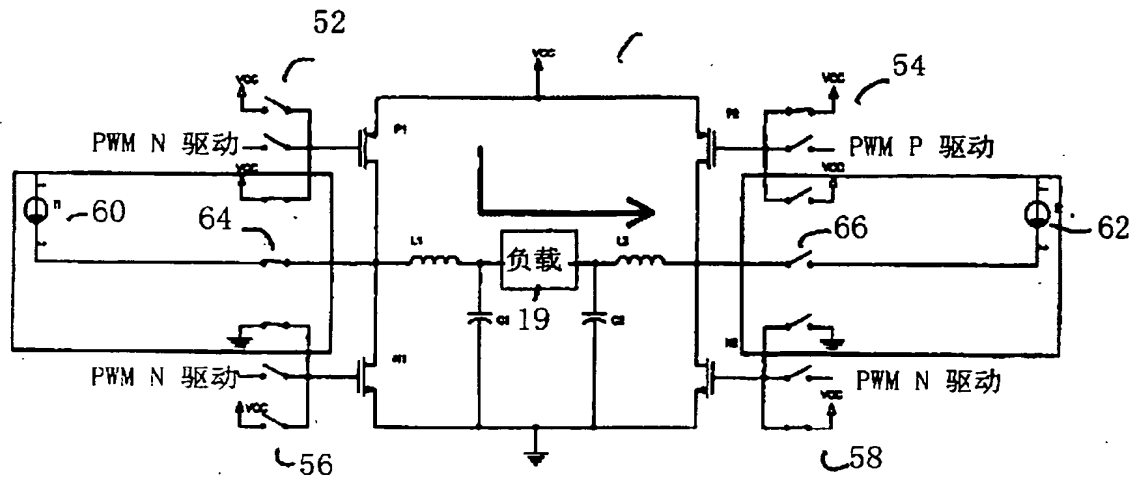


图5

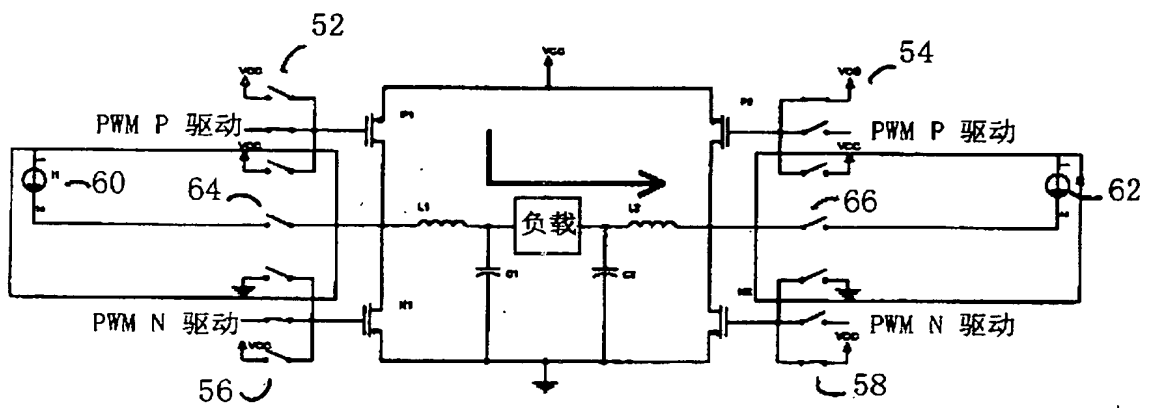


图6

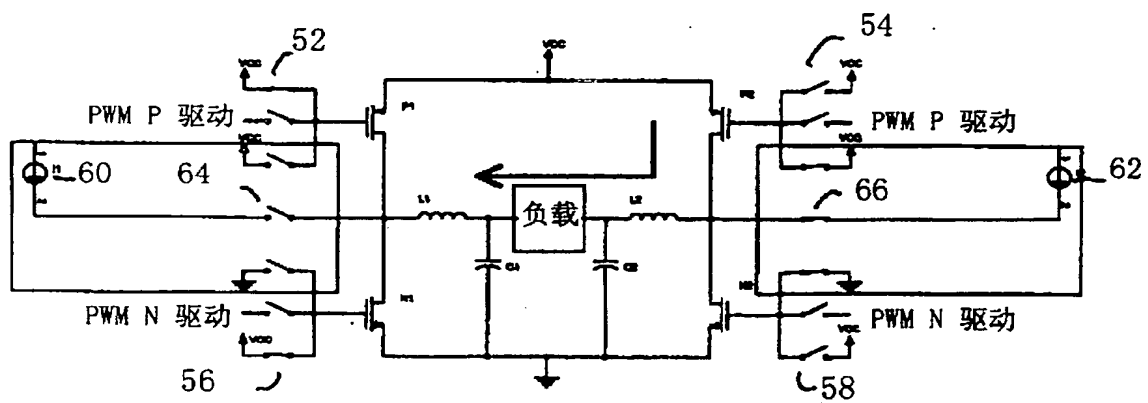


图7

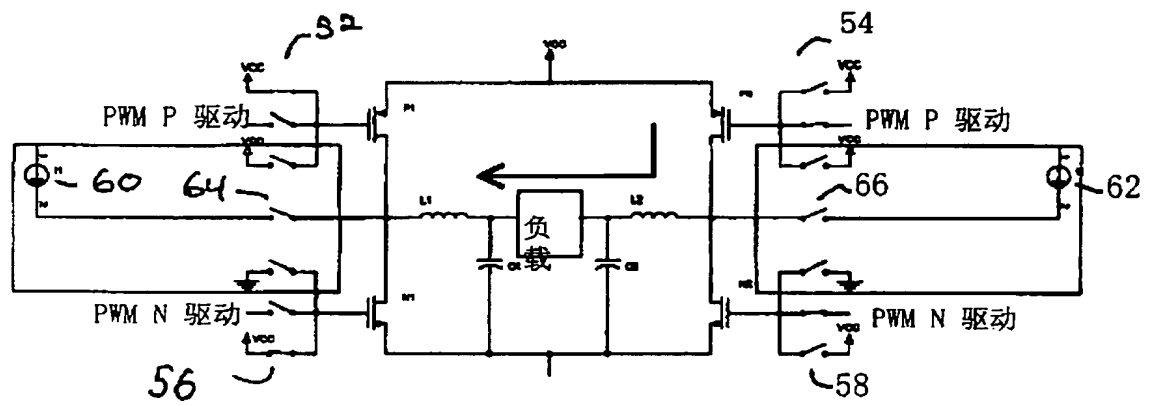


图8

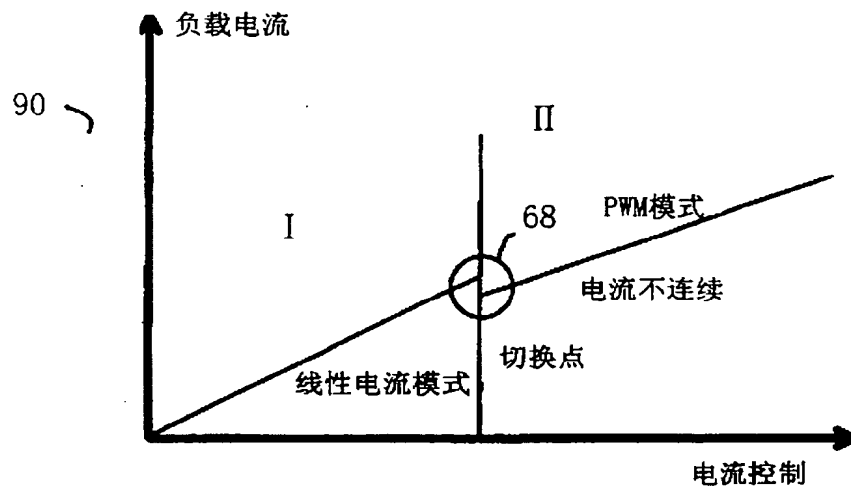


图9

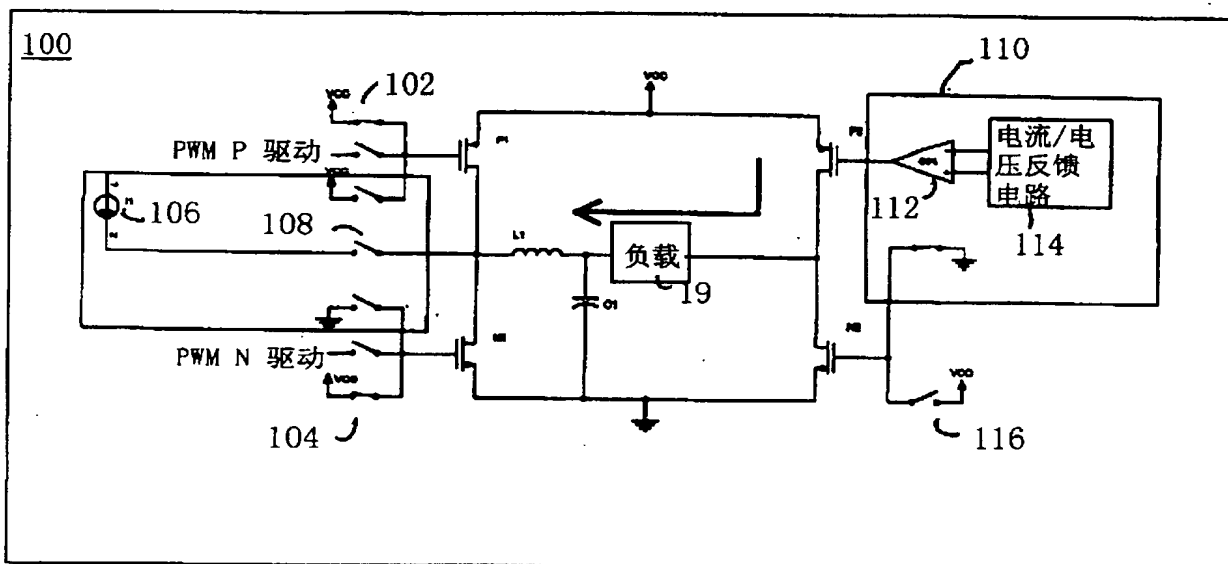


图10

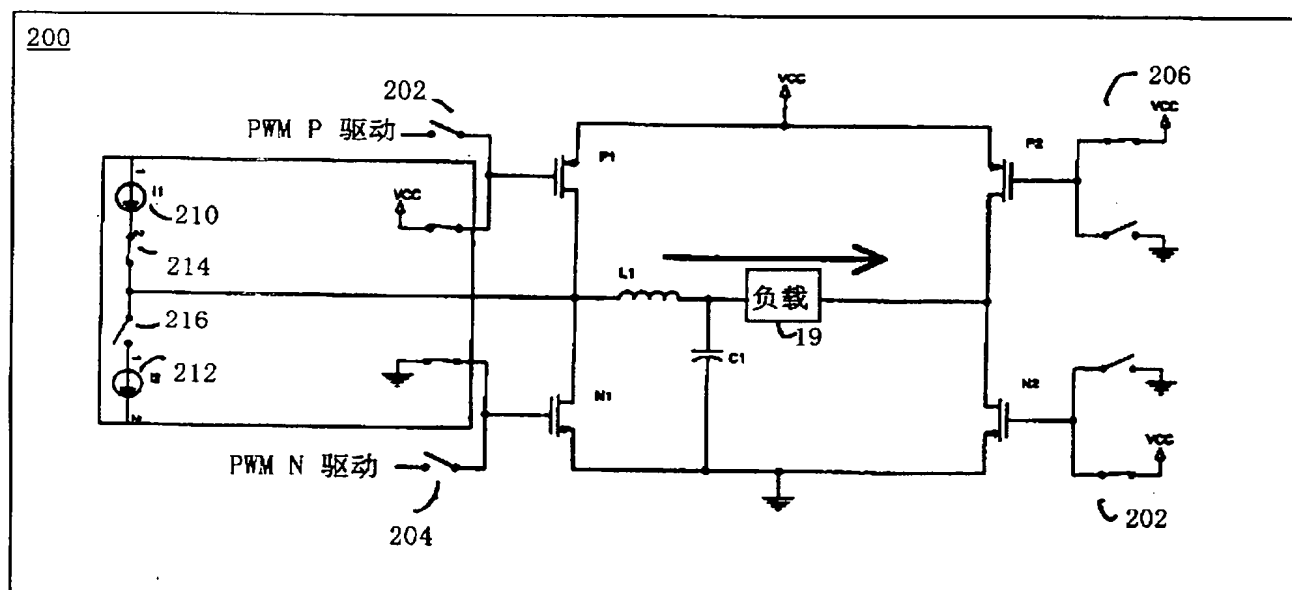


图11

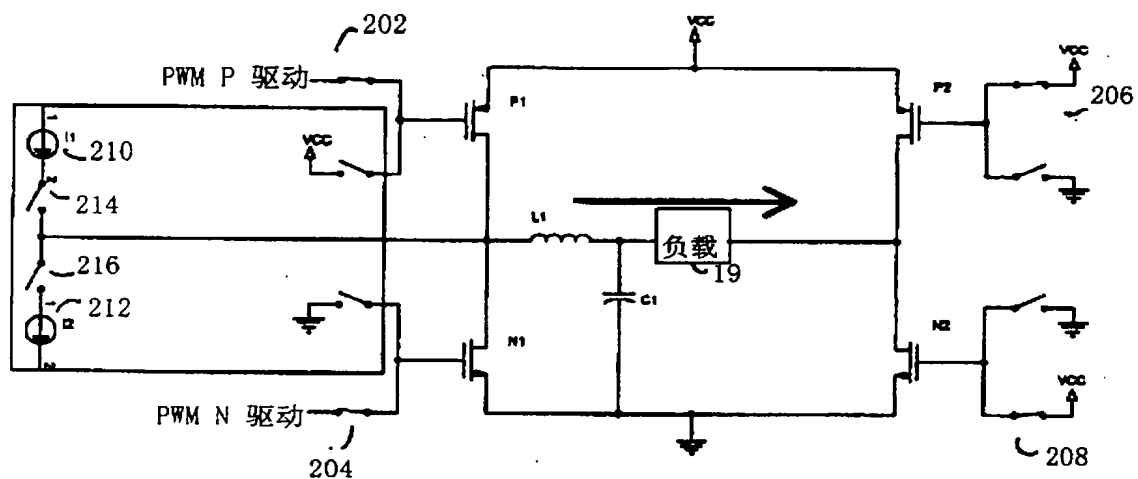


图12

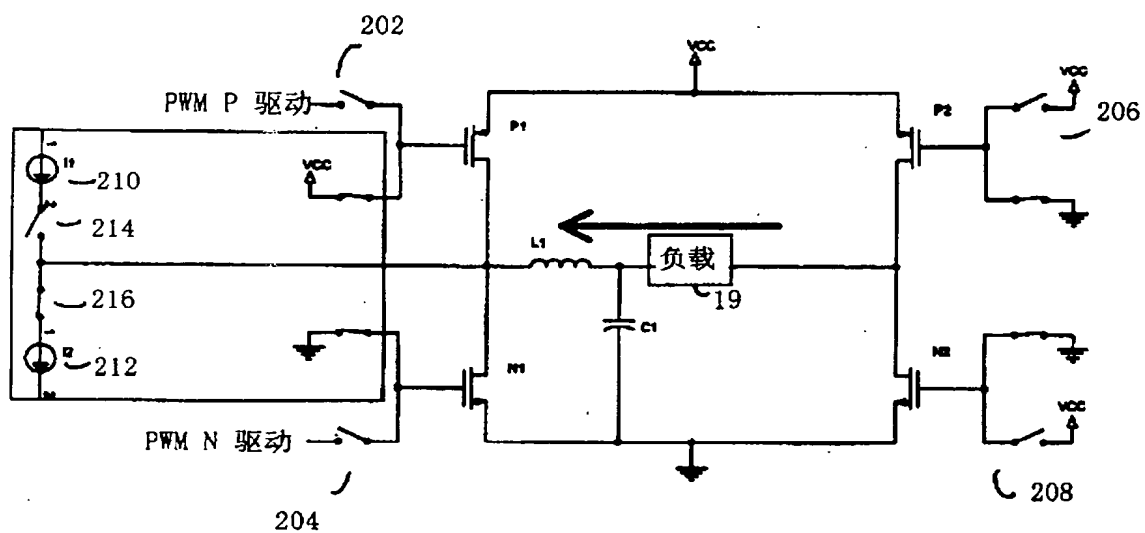


图13

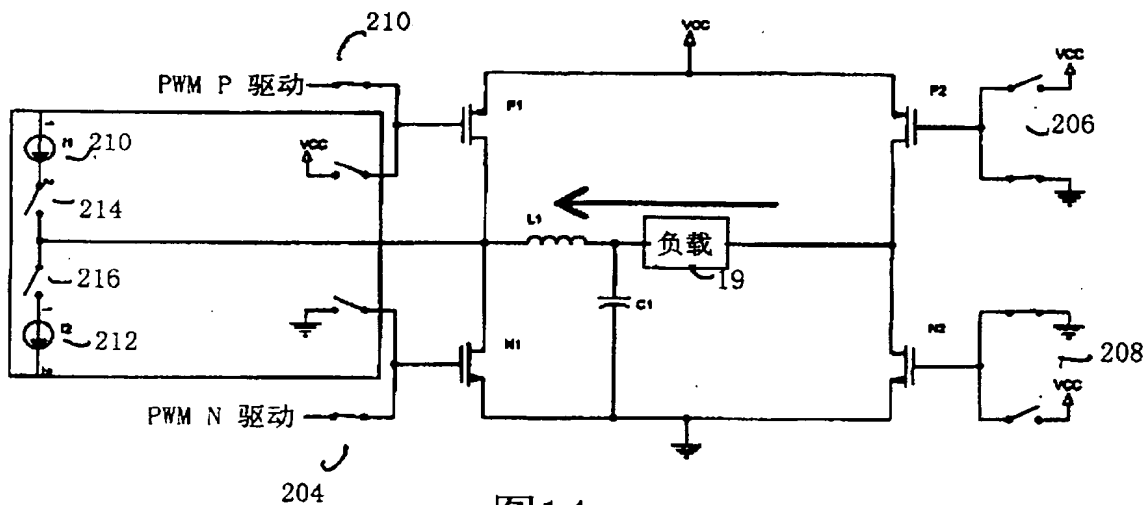


图14

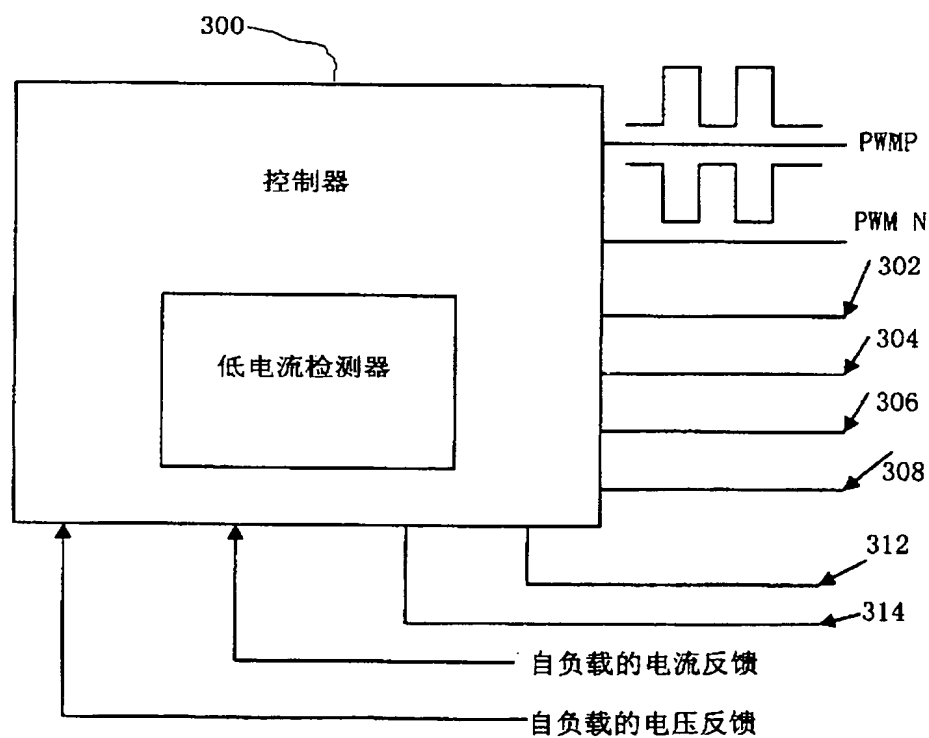


图15